



---

## **Actes des journées coton du Cirad**

**Montpellier, du 17 au 21 juillet 2000**

---

**Programme Coton  
Cirad-ca**



## **Réponses de type variétal aux questions posées dans le domaine de l'agro-physiologie**

Michel CRETENET

Cirad-ca, Programme coton, 34398 Montpellier Cedex 5

(Voir documents ci-après)



## Les attentes en matière de variétés : le cas des agronomes.



Cela va dépendre du point de vue que l'on adopte :

- l'agronome impliqué dans la production (le coton pour « faire du blé » !)
- l'agronome du développement (la variété « qui en a dans le ventre » !)
- l'agronome « NCCiste » (la variété « sur mesure » !)

En caricaturant,, on peut résumer la position de l'agronome à 3 types de situations, celle de l'agronome impliqué dans la production qui aura pour principal objectif de maximiser ses marges, celle de l'agronome impliqué dans le "développement" (la vulgarisation) généralement agent de sociétés cotonnières qui voudra une variété performante en tous points et l'agronome plus recherche dans la démarche NCC qui attend des caractéristiques précises de la variété.

Le coton pour « faire du blé » :

- se placer dans une niche économique :
  - caractéristique de qualité (longueur, micronaire ...),
  - de couleur fibres bleues (variétés transgéniques),
  - écolo : coton bio. (variétés rustiques, résistantes aux insectes),
  - horticulture (potée fleurie, bouquet sec) ...
- se libérer des problèmes :
  - d'entretien (variétés résistantes aux herbicides),
  - de récolte (variétés adaptées à la récolte mécanique).

Les attentes variétales pour réaliser de fortes marges peuvent correspondre à deux types de stratégies : occuper dans une niche économique et lever des contraintes importantes en culture cotonnière.

Comme niches économiques on peut considérer le matériel (variété) par rapport à la fibre, à ses caractéristiques technologiques, à sa couleur, aux caractères de rusticité qui lui permettront d'accéder un label (coton biologique), ou encore au marché de l'horticulture.

Les 2 principales contraintes qui peuvent trouver une solution partielle par des caractéristiques variétales, sont la contrainte d'enherbement et celle de la récolte.





La variété « qui en a dans le ventre » :

Un fort potentiel de production en toute situation :

- plastique, rustique :
  - résistante à la sécheresse,
  - résistante aux insectes, aux maladies ...
- avec un fort rendement égrenage,
- des fibres de qualité,
- des grosses capsules, stomproof,
- des grosses graines,
- fort pourcentage d'huile,
- ....



La variété "idéale" attendue par le développeur, possède de fortes potentialités de production (rendement et qualité de la production) en toute circonstance. Elle doit associer rusticité et plasticité à de forts potentiels, à des caractéristiques de fibres et de graine particulièrement "bonnes". Cet idéalotype n'est dans la réalité jamais atteint.



La variété « sur mesure » :

Rappel :

NCC = construction {ITK} solutions alternatives à :

- des objectifs :
  - de rendement,
  - de qualité,
- dans un contexte de contraintes :
  - du milieu naturel : sol, climat, parasitisme, adventices ...
  - économiques et sociales : terre, assolement, autosuffisance, main d'œuvre et calendrier, trésorerie ...

+ évaluations alternatives / risques notamment environnementaux.

La NCC est considérée ici comme la construction de solutions aux situations rencontrées dans une matrice croisant des objectifs de producteurs et des contraintes. Ces objectifs concernent aussi bien des niveaux de rendement que des caractéristiques de la fibre produite. Le jeu de contraintes comprend aussi bien des facteurs du milieu naturel que du contexte socio économique. Les solutions alternatives proposées dans ce cadre sont évaluées en particulier à travers les risques encourus notamment les risques environnementaux.



La variété « sur mesure » (suite) :

Le choix variétal dans la démarche NCC :


- élément de la solution au problème posé,
- balisé par la combinaison objectifs \* conditions de milieu,
- justifié par considérations économiques, stratégiques et environnementales : risques associés aux différentes solutions {variété + ITK}

La variété fait partie de l'itinéraire technique.

Le choix variétal dans cette démarche va donc constituer un élément de la solution à la combinaison contraintes/objectifs proposée, le choix étant justifié par des considérations de divers ordres. En tant que tel ce choix est explicitement inclus dans la définition de l'itinéraire technique.

Que faut-il savoir du milieu et des variétés pour construire les solutions au problème posé dans la démarche NCC ?

Il faut connaître les potentialités du milieu pour évaluer le caractère réaliste des objectifs fixés. C'est un travail qui prend en compte les variables climatiques : rayonnement, températures, pluviométrie essentiellement; on définit ici un cadre général dans lequel on



La variété « sur mesure » en NCC :  
quelles mesures ?

Connaître les potentialités :

- du milieu afin de juger des objectifs,
- des variétés permettant un premier tri / objectifs.

Connaître les interactions génotype \* milieu pour affiner le choix;

Connaître les effets des techniques sur le milieu pour compléter la définition de l'ITK.


positionnera les variétés disponibles.

Il faut connaître les variétés en termes de durée de cycle, précocité, potentiel pour éliminer du choix celles qui ne pourraient satisfaire aux objectifs fixés dans les conditions de milieu dans lesquelles se réalise la culture.

Enfin connaître les "réponses", dans la mesure où elles sont spécifiques, de chacune de ces différentes variétés à diverses contraintes du milieu : déficiences minérales, sol compacté, enherbement, capacité de compensation, stress hydrique, engorgement, acidité ....

La construction de l'itinéraire technique consistera ensuite à identifier les techniques culturales qui permettront d'obtenir les états du milieu compatibles avec les états de la plante souhaités compte tenu des objectifs de production. Par exemple, programme de protection sanitaire intensif des premiers sites fructifères pour une variété plutôt déterminée qui compense mal ou qui n'aura pas le "temps" de compenser; ou encore apport d'un complément potassique pour une production que l'on veut groupée en conditions K limitantes ou pour une variété à faible enracinement ...

On peut représenter le "fonctionnement" agronomique d'une variété de cotonnier par 3 fonctions majeures évaluées à l'échelle du peuplement. Il s'agit de la production



La variété « sur mesure » :

3 « fonctions » majeures à considérer pour caractériser une variété en termes de fonctionnement agronomique (peuplement) :

La production photosynthétique :

surface foliaire, architecture, phyllochrone, résistance stomatique, températures (maxi, mini), sensibilité stress H<sub>2</sub>O, N;

La répartition des assimilats :

enracinement, H.N.R., capacité de compensation, H.I., qualité;

La sensibilité à l'abscission des organes fructifères :

stress H<sub>2</sub>O, stress N, stress C.

photosynthétique du couvert qui prendra en compte les différentes composantes de la surface du couvert (surfaces élémentaires des feuilles, architecture du plant, nombre de plants ...) la vitesse d'installation du couvert (phyllochrone), le potentiel photosynthétique et sa régulation (résistance stomatique effets des températures, des stress hydrique et azoté). La seconde fonction est la répartition des assimilats entre les différents organes de la plante, elle va déterminer la vitesse et l'importance de l'enracinement, la capacité de

compensation de la variété, les longueurs d'entre-nœuds, l'indice de récolte, et des éléments de la qualité des fibres produites. La fonction d'abscission des organes fructifères en relation avec différents types de stress, est la 3ème fonction à considérer.



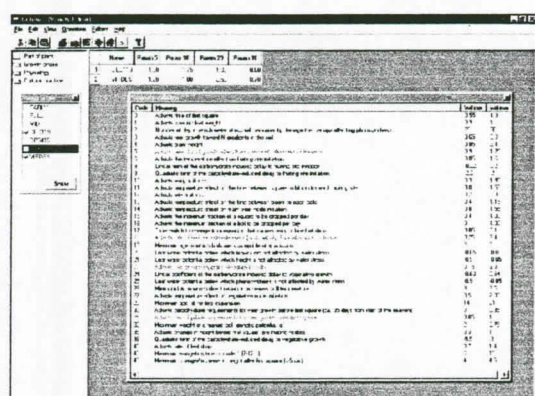


La variété « sur mesure » :

contraintes milieu	Fonctions impliquées dans le comportement agronomique		
	Production photosynthétique	répartition assimilats	sensibilité abscission
Insolation / Rg	<i>L.A.I./densité</i>	<i><math>\bar{V}</math> croissance</i>	<i>stress C</i>
H <sub>2</sub> O (durée, aléas)	<i>contrôle stomatique</i>	<i>enracinement</i>	<i>stress H<sub>2</sub>O</i>
N (MOS)	<i><math>\bar{V}</math> installation</i>	<i>retour C au sol</i>	<i>stress N</i>
pH(K)		<i>enracinement</i>	
basses T°	<i><math>\bar{V}</math> installation</i>	<i><math>\bar{V}</math> croissance</i>	
Insectes	<i>sensibilité / toxines</i>	<i>compensation</i>	<i>appétence</i>
Adventices	<i><math>\bar{V}</math> installation</i>	<i><math>\bar{V}</math> croissance</i>	

On présente dans ce tableau les fonctions incriminées dans le comportement agronomique des variétés situées dans différents milieux caractérisés par le type de contraintes qu'ils présentent.

un exemple de « virtualité <sup>2</sup> »

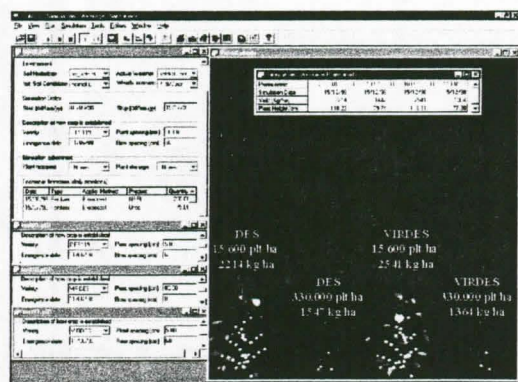


Nous avons créé une variété virtuelle VIRDES qui aura hérité de son parent DES tous les paramètres de son fonctionnement (dans le modèle COTONS) à l'exception de 4 d'entre eux qui intéressent la répartition des assimilats. Le premier concerne la croissance racinaire et la variété virtuelle a un meilleur enracinement que son "parent" (paramètre 5 avec une valeur 1.2 contre 1.0 pour DES). Le second intéresse la croissance des feuilles qui est défavorisée sur VIRDES avec un paramètre de 1.75 contre 1.00 pour DES.

On favorise l'allocation des hydrates de carbone aux capsules pour la variété virtuelle (paramètre 23 : 2.5 contre 1.8). On réduit enfin la croissance des entre nœuds de la variété virtuelle avec une valeur de 0.70 contre 0.80 pour le paramètre 31.

Nous allons examiner le comportement de ces 2 variétés identiques à l'exception de leurs fonctions de répartition des assimilats, dans différentes conditions de culture.

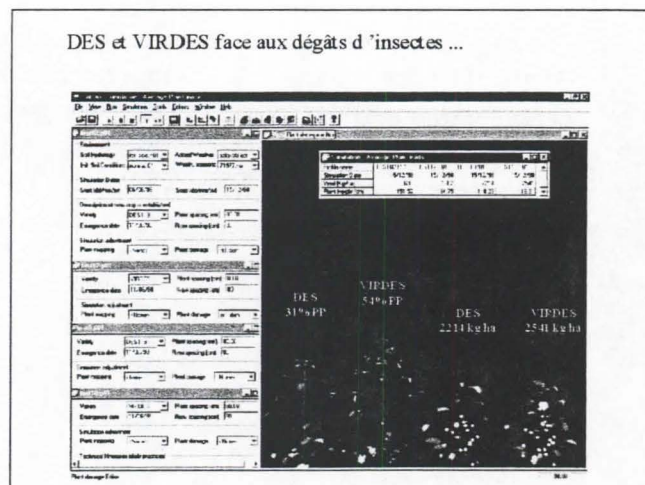
Effet densité DES / virtuel DES



Tout d'abord ces 2 variétés sont comparées à 2 densités contrastées (15.600 et 330.000 plants/ha) sur un même site virtuel caractérisé par un sol du Burkina Faso (ferrugineux sur socle) avec la climatologie de Salak en 99 (Cameroun).

A faible densité la variété virtuelle procure un meilleur rendement que son "parent" DES et inversement à forte densité.

### DES et VIRDES face aux dégâts d'insectes ...



Ce second exemple met les 2 variétés dans des situations de fort parasitisme qui est parfaitement maîtrisé dans un cas (aucun dégât, plant damage : none) ou pas du tout maîtrisé dans l'autre (plant damage : nt1.dam).

La même pression parasitaire va réduire le rendement à 31 % du rendement de la protection plafond dans le cas du DES et cette réduction correspondra à 54% du rendement plafond pour la variété virtuelle. On voit bien comment quelques éléments du fonctionnement agronomique d'une variété peut affecter

sensiblement ses performances en fonction des itinéraires techniques.

### Conclusions



Identifier les indicateurs caractérisant les fonctions évoquées

Caractériser les variétés actuelles avec ces indicateurs



Maximiser la variabilité de l'offre variétale sur la base de ces caractéristiques de fonctionnement.



# Variabilité disponible pour l'amélioration génétique du cotonnier

■ B. Hau

2

## Plan

- 1. Inventaire des Ressources génétiques
- 2. Evaluer les Ressources génétiques
- 3. Exploiter les Ressources génétiques.

3

## 1. Inventaire des ressources disponibles

Le cotonnier cultivé, *Gossypium hirsutum*, n'a pas une base génétique très large. La majeure partie des variétés a pour origine des sélections américaines, elles mêmes issues de quelques vagues d'introduction de matériel *G. hirsutum ssp latifolium*, non photopériodique, en provenance du Mexique au cours du XVIIème siècle (Creole, Georgia green seed) et XIXème siècle (Burlings, Texas stormproof) et au début du XXème (Acala, Kekchi). Dans les années 50 quelques travaux d'hybridation interspécifique ont probablement permis d'élargir le fond génétique: les variétés africaines et sud américaines en ont tiré largement partie avec les hybrides HAR (IRCT-Bouaké) et ATH (recherche belge- Gandajika). L'histoire de la sélection du cotonnier a déjà été évoquée aux cours de précédentes journées coton (HAU, 1996, CR JCJ, p2/D-10/D)



4

### Ressources génétiques

- AD: cultivars, types sauvages
- A,B,D,F: génomes proches
- C,G,K,E: génomes éloignés

En réalité le pool génétique des espèces du genre *Gossypium*, constitue un réservoir de variabilité encore peu exploré. STEWART (1994, Proc. ICAC world research conf, p 313-327) le classe en trois pool d'accès plus ou moins facile selon les affinités chromosomiques des génomes : pool primaire avec les espèces de génome AD, pool secondaire avec les espèces dont les génomes s'apparient bien avec A et D, pool tertiaire avec les génomes éloignés des A et D constitutifs des tétraploïdes.

Le pool primaire est constitué des génomes AD (variétés cultivées des espèces *G. hirsutum* et *G. barbadense*, types sauvages de ces mêmes espèces récoltés, autres espèces de génome AD). Les travaux de sélection se sont presque exclusivement intéressés aux croisements entre variétés, et préférentiellement d'une même espèce. Le recours à des germplasmés éloignés déséquilibre très vite la balance génique générale et ne permet pas des retours aisés vers des formes commerciales vulgarisables; de plus la photopériodicité des types sauvages complique leur utilisation en croisement. Cette difficulté devrait pouvoir être surmontée par SAM, puisque récemment, des marqueurs associés aux gènes responsables de la photopériodicité ont été décrits (1999, KOHEL, Proc. Beltwide Cotton conf., p 439). Mais le principal problème concernant l'utilisation des types sauvages reste que peu de caractères vraiment intéressants ont été identifiés (résistance aux insectes ou aux stress). L'évaluation de ce germplasmé est encore très incomplète.

5

### La banque de gène du CIRAD

- *hirsutum*: 1523
- *barbadense*: 406
- arboreum: 30
- herbaceum: 28
- prospections tétraploïdes: 1021
- diploïdes: 134
- croisements interspécifiques: 34

Le germplasmé du CIRAD est important. Il se compose d'environ 3000 génotypes ce qui doit représenter une des dix premières collections mondiales.

Le CIRAD, en particulier possède une belle collection de types sauvages du fait de sa participation aux collectes financées par l'IBPGR (devenu IPGRI maintenant) au cours des années 80. Pour cette partie de son germplasmé (et pour cette partie seulement), le CIRAD a mandat international de conservation et d'évaluation.

6

### 2. Evaluer les ressources génétiques

L'évaluation des cultivars s'achèvera en 2001 (déjà tous les *hirsutum* ont été évalués). Les types de prospection sont en cours d'évaluation (50% du germplasmé environ a été évalué) et quelques années seront encore nécessaires pour achever ce travail.

7

- description morphologique
- évaluation des qualités de fibre et du fil
- caractérisation du cycle
- évaluation des résistances aux stress biotiques
- évaluation des résistances aux stress abiotiques

La base de l'évaluation a jusqu'à présent été limitée à une description morphologique, à quelques paramètres de caractérisation de la longueur de cycle, et aux caractères de qualité de fibre et de fil.

Il faudrait pouvoir réaliser une analyse plus fine de notre germplasma sur la caractérisation des cycles et les facteurs de résistance aux insectes et aux stress. Ces critères sont difficiles à évaluer et méritent de sérieuses mises au point méthodologiques pour les apprécier convenablement. Une évaluation de toute la collection sur ces critères est impensable: il nous faut donc réduire le nombre de variétés à étudier tout en conservant un échantillonnage de la variabilité disponible (création d'une *Core Collection*). Tous les chercheurs du réseau (agronomes, généticiens, entomologistes) pourront alors être mis à contribution pour évaluer cette Core collection.

En ce qui concerne la résistance aux insectes, quelques graines d'une dizaine de variétés et types sauvages ont été distribuées cette année au Cameroun, au Bénin, au Paraguay et en Thaïlande pour mettre au point les méthodologies d'évaluation. Des observations sur pucerons ont également été faites au Costa Rica sur une petite collection. Si des résistances étaient trouvées dans les germplasmes testés, il faudrait bien identifier leur origine (non-appétance, antixénose, facteur d'antibiose) et évaluer leurs conséquences sur le reste de la faune (cf 1999, PRUDENT, CR JCJ, p 235-257). L'évaluation de la résistance aux stress abiotiques reste un objectif plus lointain.

8

### 3. Exploiter les ressources génétiques

L'efficacité du travail du sélectionneur est directement fonction de la définition d'objectifs de sélection bien clairs. La définition de ces objectifs est un travail d'autant plus délicat qu'il se passe environ 10 ans entre l'établissement du cahier des charges d'une variété nouvelle et la stabilisation génétique du matériel végétal qui va y répondre. Il est donc essentiel d'avoir une vision prospective sur les besoins futurs du marché.

9

### Quels objectifs de sélection?

- Le paysan recherche l'amélioration de son profit à l'hectare en fonction de son système de production...

Le producteur de coton est le principal acteur de la filière. Il en est la base et doit être au centre de nos préoccupations. Si la culture du coton n'était plus attractive financièrement pour lui, il se désintéresserait de cette spéculation. Nous devons nous efforcer d'aider le paysan à tirer le maximum de profit de la parcelle qu'il cultive, le plus longtemps possible.



1  
0

### Les gains sont fonction de

- Adaptation écologique de la variété (climat)
- Efficacité des intrants (utilisation à bon escient, optimisation de leur usage)
- Disponibilité de la force de travail (niveau de mécanisation, ITK mis en œuvre par le paysan)
- Qualité des produits récoltés (post-récolte)

L'objectif primordial, le profit du paysan, peut être atteint de différentes façons:

- en utilisant la plante la mieux adaptée au climat dans le cadre d'un itinéraire technique optimal (le potentiel productif d'une variété, toutes conditions étant optimales par ailleurs, est fonction du climat de la zone où elle est cultivée),
- en permettant à la plante d'exprimer son potentiel productif maximum si le milieu engendre des stress (l'apport d'engrais chimique, l'utilisation d'insecticides ou d'herbicides, de variétés possédant des caractères de résistance aux maladies, etc...aideront la plante à atteindre son potentiel productif et doit permettre la gestion d'une agriculture durable dans un souci de préservation de l'environnement).
- en prenant en compte les contraintes du paysan(ou de l'exploitation agricole), qui n'est pas toujours en mesure de suivre l'itinéraire technique optimal ou compenser les stress subis opar la plante par des apports d'intrants
- en produisant de la fibre ou de la graine qui se valorise facilement au meilleur cours. La qualité est une conséquence de l'objectif primordial: le meilleur coton, celui recherché par les industriels, sera celui qui sera acheté au meilleur prix et donc qui permettra au paysan ou à la filière dont il dépend, de maximiser ses profits.

1  
1

### Pour le sélectionneur, les objectifs sont

- Adaptation écologique de la variété (sélection « classique »)
- Efficacité des intrants ( harvest Index, cycle court, résistance aux insectes)
- Choix du système de culture (adaptation à de nouveaux ITK: précocité, types clusters, récolte mécanique, cycle déterminé)
- Qualité des produits (fibre, graine)

A chacun de ces sous-objectifs, peuvent correspondre des objectifs de sélection qui déboucheront sur des types variétaux différents.

- La variété à potentiel productif maximum: c'est le type variétal qui a été favorisé (avec succès) jusqu'à présent dans nos travaux de sélection.
- Rechercher à améliorer l'efficacité des intrants peut nous conduire à définir trois nouveaux critères de sélection: amélioration du Harvest Index (pour des cotonniers moins végétatifs et donc probablement moins consommateurs d'éléments fertilisants), plants naturellement résistants aux insectes (High gossypol, teneurs en Hélicides, transgénèse, pilosité,Okra, frego) ou raccourcissement du cycle ( pour éviter 1 ou 2 traitements).
- Adapter la plante au système de culture des paysans est certainement la démarche la plus nouvelle pour nous (paradigme NCC): jusqu'à présent nos variétés ont été sélectionnées pour les meilleurs paysans capables de suivre l'itinéraire technique optimal. Pour répondre aux besoins de semis tardifs en Afrique on peut imaginer des cotons clusters, petits et précoces à installer à haute densité, ou pour répondre aux besoins des agricultures les plus mécanisées en Amérique du Sud (adaptation à la récolte mécanique).
- La qualité reste un objectif essentiel du sélectionneur. Elle a, par le passé, largement été prise en compte et le niveau de qualité potentiel de nos variétés aujourd'hui est reconnu excellent. Nous espérons, avec la SAM à partir de *G. barbadense* réaliser de nouveaux progrès.



1  
2

## Conclusion: quels objectifs pour la recherche variétale ?



- Catalogue de variétés de types agronomiques différents...
- ... sans perdre de vue les préoccupations de qualité.

Le sélectionneur aujourd'hui ne cherche plus « le mouton à 5 pattes » qui était défini en accord avec les sociétés cotonnières et qui reflétait surtout les préoccupations des vendeurs de fibre. Les préoccupations de qualité restent primordiales, mais aujourd'hui il faut rechercher des types qui permettent des productions rentables dans des conditions climatiques, économiques et sociales de plus en plus difficiles, dans le cadre de filières privatisées où l'agriculture n'est plus subventionnée. De nouveaux types variétaux peuvent apparaître: l'expression maximale du potentiel productif de la plante paraît moins important que l'atteinte de la meilleure production possible dans le cadre d'un système de culture contraignant.

Dans quelques années nous verrons apparaître de nouveaux types variétaux correspondant à ces changements d'orientations de nos objectifs de sélection (changements déjà initiés depuis plusieurs campagnes). Peut-être cela pourrait déboucher sur la culture simultanée de plusieurs variétés dans une même zone en fonction des adaptations à tel ou tel système de culture. Les conséquences sur la qualité du coton produit dans ces conditions devront être évaluées avec précision car il ne faudrait pas perdre du côté de la qualité ce que l'on gagnerait du côté de l'augmentation de la production.

Plus que jamais, l'évaluation variétale doit se traiter dans un cadre interdisciplinaire.